

⑱公開特許公報(A)

平4-4766

⑤Int.Cl.⁵

H 02 N 2/00

識別記号

府内整理番号

C

6821-5H

④公開 平成4年(1992)1月9日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑩発明の名称 超音波モータ

⑪特 願 平2-102448

⑫出 願 平2(1990)4月18日

⑬発明者 冨 加 修 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

⑭発明者 井 上 武 志 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

⑮出願人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

⑯代理人 弁理士 内 原 晋

明細書

発明の名称 超音波モータ

特許請求の範囲

ヘッドマス、縦振動駆動用圧電素子、リング部材、捩り振動駆動用圧電素子、リアマスの順で配置された各部材をナットとボルトで締め付ける構成の縦・捩り複合振動子をステータとする超音波モータであって、前記リング部材は密度と音速の積が $18.71\text{kg/m}^2\cdot\text{sec}$ 以上で $34.75\text{kg/m}^2\cdot\text{sec}$ 以下の材料であることを特徴とする超音波モータ。

発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、回転トルクの発生源として、縦・捩り複合振動子をステータとする超音波モータの改良に関する。

(従来の技術)

縦・捩り複合振動子をステータとする従来の超音波モータは、ステンレス鋼製リング、縦振動駆動

用圧電素子、支持具、捩り振動駆動用圧電素子、ステンレス鋼製リアマスの順で配置された部材を前記ステンレス鋼製リングと当接する側に配置したアルミニウム合金製ヘッドマスと該リアマスと当接する側に配置したステンレス鋼製ナットでボルトを介して締め付ける構成の縦・捩り複合振動子をステータとして使用しており、ステータ全長に対する縦及び捩り振動駆動用圧電素子の長さ比が大きい。また、縦及び捩り振動駆動用圧電素子は駆動圧電を低くするために薄いリング状圧電セラミックを積層して製作されている。

(発明が解決しようとする課題)

縦及び捩り振動は各々の節の位置で歪が最大であり、縦及び捩り振動駆動用圧電素子は各々の振動の節の位置に配置されることが望ましい。節の位置から離れて配置された圧電素子はステータを効率よく励振することができない。またリング状圧電セラミックの積層数を多くし、各圧電セラミックを電気的に並列に接続した縦及び捩り駆動用圧電素子は電気的なインピーダンスが小さくなる。

従って、上記従来の超音波モータは圧電素子の材料費及び製造費の占める割合が大きく、高価な超音波モータとなる。また、必要以上に電流が流入して消費電力が大きくなる。以上の問題点は超音波モータの低価格化及び高効率化のために解決すべき重要な課題である。

縦・振り複合振動子をステータとする超音波モータは、モータ効率を高めるために、縦及び振り振動の共振周波数を一致させ、更に縦振動の節及び振り振動の節を各々縦振動用圧電素子及び振り振動用圧電素子の長手方向の中央部に位置するように構成されている。上記問題点を解決するために、従来の超音波モータに配置されている縦及び振り振動駆動用圧電素子の長さを短くして各々の振動の節を圧電セラミック素子の中央部に位置させると、縦振動の位相速度が振りの位相速度の1.6倍ほど大きいために共振周波数を一致させることは不可能である。

(課題を解決するための手段)

本発明は、ヘッドマス、縦振動駆動用圧電素子、リング部材、振り振動駆動用圧電素子、リアマスの順で配置された各部材をナットとボルトで締め付ける構成の縦・振り複合振動子をステータとする超音波モータであって、前記リング部材は密度と音速の積が $18.71\text{kg/m}^2\cdot\text{sec}$ 以上で $34.75\text{kg/m}^2\cdot\text{sec}$ 以下の材料である縦・振り複合振動子をステータとする超音波モータである。本発明は縦及び振り振動の節を縦及び振り振動駆動用圧電素子の中央部に位置することができ、各々の共振周波数を一致させることができること出来る。

従来の超音波モータは、振り振動の共振周波数の方が縦振動の共振周波数より高く、ロータとステータの圧接力に対して振り振動の共振周波数は僅かに増加して飽和し、縦振動の共振周波数は著しく増加して振り振動の共振周波数に接近し、圧接力を更に増加させると各々の共振周波数が一致する。しかし、圧接力がかなり大きいと振動振幅が抑制され、超音波モータは回転しなくなる。従つ

て、程々の圧接力で縦及び振り振動の共振周波数を一致させる必要がある。

次に部材の材質を限定した理由を説明する。

縦及び振り振動の共振周波数を一致させるためには、振り振動の共振周波数を減少させるか、縦振動の共振周波数を増加させるかの2通りの方法がある。縦振動の共振周波数を増加させるには、ヘッドマスの材質をステンレス鋼のような密度と音速の積(pc積)の大きい材料にすればよいが、振動振幅が小さくなると言う欠点がある。振り振動の共振周波数を減少させるために中間シリンダの材質をpc積の小さい材料にすると、縦振動の共振周波数の減少の程度より振り振動の減少の程度の方が顕著である。従って縦振動と振り振動の共振周波数を従来の超音波モータより低圧接力側で一致させることが出来る。しかし、pc積が $18.71\text{kg/m}^2\cdot\text{sec}$ を下回る金属材料では縦振動と振り振動の共振周波数が一致する圧接力が著しく低くなり、 $34.75\text{kg/m}^2\cdot\text{sec}$ を上回る金属材料では縦振動と振り振動の共振周波数が一致する圧接力が著しく高くなる。従って、上記の

理由からpc積は $18.71\text{kg/m}^2\cdot\text{sec}$ 以上で $34.75\text{kg/m}^2\cdot\text{sec}$ 以下が望ましい。

(実施例)

以下、本発明に基づく超音波モータの実施例を図面に従って説明する。

第1図に示す本発明に基づいて製作された超音波モータは、全長が45.15mmである。ヘッドマス12aはアルミニウム合金製で直径12mm、長さ7mmである。ヘッドマス12bはステンレス鋼製で直径13mm、長さ3mmのリング、ボルト15はステンレス鋼製で直径4mm、長さ25.1mmであり、ヘッドマス12aに一体化されている。縦振動駆動用圧電素子1は厚さ1mmで直径12mmのリングを2枚接着して構成している。振り振動駆動用圧電素子11は厚さ1mmで直径12mmのリングを2枚接着して構成している。縦振動駆動用圧電素子10と振り振動駆動用圧電素子2の間に0.5厚さのステンレス鋼製支持具17を挟んで、真鍮(pc積 $26.73\text{kg/m}^2\cdot\text{sec}$)製の直径12mm、長さ2.9mmの中間シリンダ16a及び16bを配置する。これらの部材をヘッドマス12aと直径12mm、

長さ11.5mmのステンレス鋼製リアマス4で挟み、ナット14で強固に締め付けられている。以上の構成のステータに直径12mm、高さ10mmのロータ18がヘッドマス12aに一体になっているシャフトを中心として回転するように、ペアリングを介してスプリングでロータ18をステータ12aに圧接している。

本発明の超音波モータの縦振動及び振り振動駆動用圧電素子に、単独で各々実効値で50(V)を印加し、周波数特性を測定した。ロータとステータの圧接力を変化させた場合の各々の共振周波数をプロットすると第2図に示す結果が得られた。その結果、本発明の超音波モータは、圧接力20kgfで縦及び振り振動の共振周波数が一致した。この超音波モータの圧接力、駆動周波数及び縦と振り振動駆動用圧電素子に印加する電圧の位相差をロータ回転数が最大になるように調節し、回転数-トルク特性及び効率を測定すると、第3図に示す性能が得られた。

従来の超音波モータの縦振動及び振り振動駆動用圧電素子に、単独で各々実効値で50(V)を印加し、周波数特性を測定した。ロータとステータの圧接力を変化させた場合の各々の共振周波数をプロットすると第5図に示す結果が得られた。その結果、従来の超音波モータは、圧接力23kgfで縦及び振り振動の共振周波数が一致した。この超音波モータの圧接力、駆動周波数、縦及び振り振動駆動用圧電素子に印加する電圧の位相差をロータ回転数が最大になるように調節し、回転数-トルク特性及び効率を測定すると、第6図に示すように本発明に比べて大幅に劣った性能しか得られなかった。

また本発明の構成でpc積が18.71kg/m²·sec下回る金属材料を中間シリンダに使用した場合、低圧接力条件下で縦振動の共振周波数の方が振り振動の共振周波数より高くなつた。pc積が34.75kg/m²·secを上回る金属材料を中間シリンダに使用した場合、従来の超音波モータより高圧接力条件下でしか縦及び振り振動の共振周波数が一致しなかつた。

(発明の効果)

第4図に示す従来の超音波モータは、全長が37.3mmである。ヘッドマス12aはアルミニウム合金製で直径12mm、長さ7mmである。ヘッドマス12bはステンレス鋼製で直径13mm、長さ3mmのリング、ボルト15はステンレス鋼製で直径4mm、長さ18.3mmであり、ヘッドマス12aに一体化されている。縦振動駆動用圧電素子10は厚さ1mmで直径12mmのリングを4枚接着して構成している。振り振動駆動用圧電素子11は厚さ1mmで直径12mmのリングを4枚接着して構成している。縦振動駆動用圧電素子10と振り振動駆動用圧電素子2の間に0.5厚さステンレス鋼製支持具17を挟み、これら部材をヘッドマス12aと直径12mm、長さ1mmのステンレス鋼製リアマス13で挟み、ナット14で強固に締め付けられている。以上の構成のステータに直径12mm、高さ10mmのロータ18がヘッドマス12aに一体になっているシャフトを中心として回転するように、ペアリングを介してスプリングでロータ18をステータに圧接している。

以上詳述した如く、本発明に従つた構成の超音波モータは高電界駆動時において、縦と振りの共振周波数を完全に一致させることができ、僅かな消費電力でステータとロータの界面に大振幅の梢円振動を発生させることができ、高効率、高トルクの超音波モータを実現することが出来る。従つて、本発明に基づく超音波モータの技術的有用性は計り知れないほど大きく、応用技術、派生技術の広さも予測しきれないものがある。

図面の簡単な説明

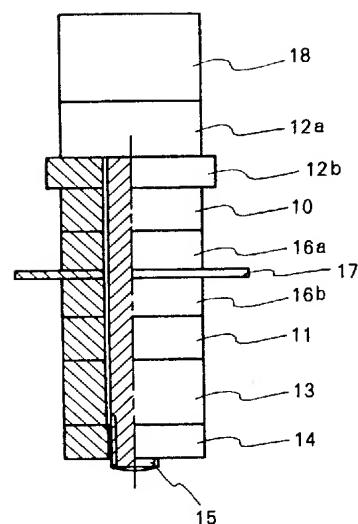
第1図は本発明の超音波モータの断面図、第2図は実施例に使用した本発明の超音波モータの共振周波数-圧接力特性図、第3図は実施例に使用した本発明の超音波モータのモータ特性図、第4図は従来の超音波モータの断面図、第5図は実施例に使用した従来の超音波モータの共振周波数-圧接力特性図、第6図は実施例に使用した従来の超音波モータのモータ特性図を示す。

図において、10…縦振動駆動用圧電素子、11…振り振動駆動用圧電素子、12a…アルミニウム合金

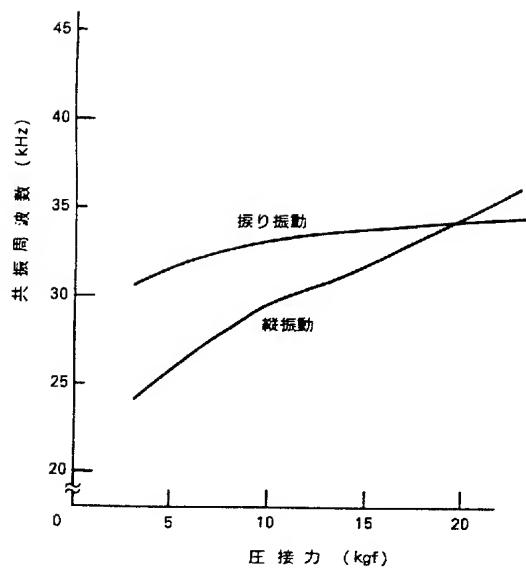
製ヘッドマス、12b…ステンレス鋼製ヘッドマスリング、13…真鍮製リアマス、14…ナット、15…ボルト、16a, 16b…真鍮製中間シリンダー、17…支持具、18…ロータを示す。

第 1 図

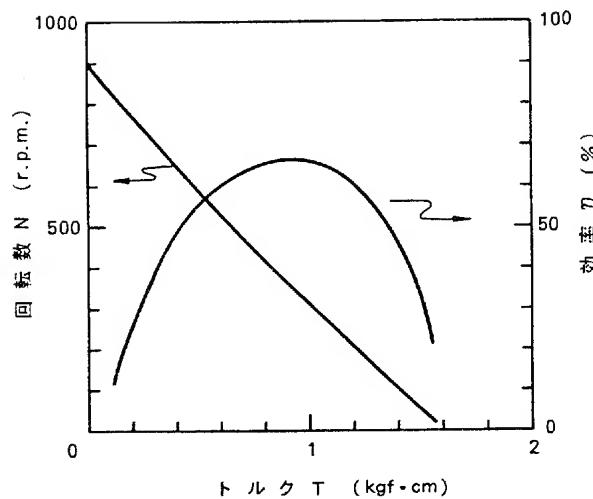
代理人 弁理士 内原 晋



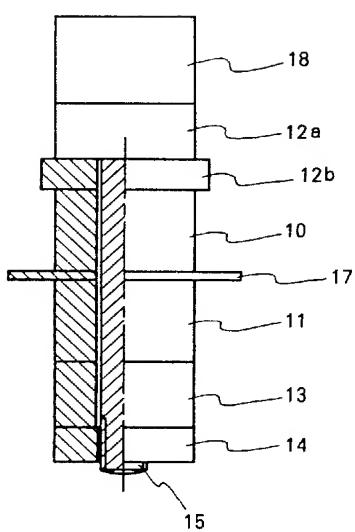
第 2 図



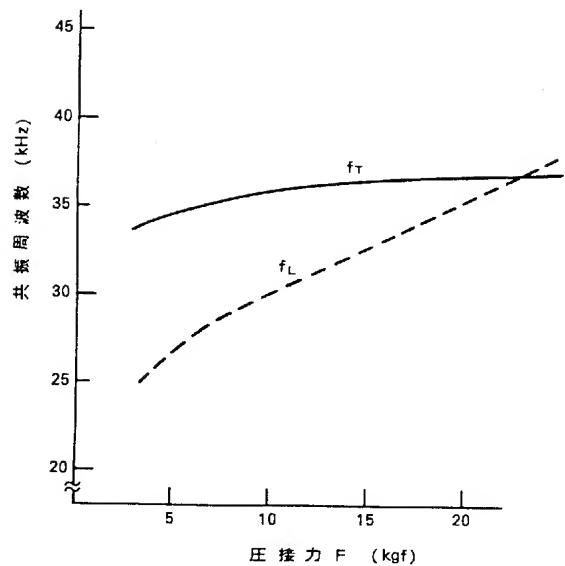
第 3 図



第 4 図



第 5 図



第 6 図

